

# Testi del Syllabus

Resp. Did. **GENNARO RENATO** **Matricola: 000619**

Docente **GENNARO RENATO, 6 CFU**

Anno offerta: **2017/2018**

Insegnamento: **641SM - BIOCHIMICA II**

Corso di studio: **SM51 - SCIENZE E TECNOLOGIE BIOLOGICHE**

Anno regolamento: **2016**

CFU: **6**

Settore: **BIO/10**

Tipo Attività: **B - Caratterizzante**

Anno corso: **2**

Periodo: **Primo Semestre**

Sede: **TRIESTE**



## Testi in italiano

**Lingua insegnamento** Italiano

**Contenuti (Dipl.Sup.)** Introduzione al corso: scopi della biochimica; riconoscimento biologico e legami deboli.  
Concetti generali sul metabolismo: energia libera; estrazione di energia dai nutrienti; ATP e reazioni accoppiate; disegno generale del metabolismo.  
Catabolismo dei glucidi: glicolisi e sue reazioni; nicotinamide e pellagra; esochinasi e glucochinasi; fermentazione lattica e alcolica; regolazione allosterica e covalente della glicolisi; effetto di insulina, glucagone e adrenalina; trasportatori GLUT.  
Piruvato deidrogenasi: struttura, meccanismo e coenzimi (TPP, FAD, lipoamide e CoA); ciclo di Krebs: reazioni, bilancio energetico e regolazione; ruoli biosintetici del ciclo e reazioni anaplerotiche.  
Fosforilazione ossidativa: struttura e funzionamento dei complessi della catena respiratoria; centri Fe-S, coenzima Q, citocromi e altri accettori-donatori di elettroni; gradiente protonico; struttura e meccanismo dell'ATP sintasi; sistemi navetta; resa in ATP dall'ossidazione del glucosio; controllo respiratorio; inibitori della respirazione e disaccoppianti; carrier della membrana mitocondriale interna.  
Degradazione degli acidi grassi: digestione dei trigliceridi: sali biliari e lipasi pancreatiche; lipoproteine; lipoproteina lipasi; tessuto adiposo e lipasi ormono-sensibili; ruolo di glucagone, adrenalina e insulina nella lipolisi e lipogenesi;  $\beta$ -ossidazione; metabolismo del propionil-CoA e vitamina B12; anemia perniziosa; tessuto adiposo bruno e termogenesi.  
Catabolismo degli amminoacidi (aa): digestione proteine e assorbimento aa; gastrina, secretina e colecistochinina; attivazione zimogeni digestivi; transaminazioni e piridossal fosfato; ciclo dell'urea; destino degli scheletri carboniosi degli aa; aa glucogenici e chetogenici.  
Via del pentoso fosfato: ruoli della via; fasi ossidativa e non ossidativa; attività in funzione delle richieste di NADPH, ribosio 5-P ed energia; regolazione della via; specie reattive dell'ossigeno (ROS), reazioni di Haber-Weiss e Fenton; perossidazione lipidica; detossificazione di radicali e perossidi: superossido dismutasi, catalasi; ciclo del glutatione e suo

ruolo; vitamine C ed E; deficit eritrocitario di glucosio-6-P deidrogenasi.  
Gluconeogenesi: reazioni, enzimi, bilancio energetico e regolazione; piruvato carbossilasi e biotina; glucosio-6-fosfatasi epatica, ciclo di Cori; metabolismo nel digiuno prolungato: corpi chetonici.  
Metabolismo del glicogeno: glicogenolisi e glicogenosintesi; regolazione allosterica e ormonale della sintesi e degradazione del glicogeno; ruolo del glicogeno nel fegato e nel muscolo.  
Biosintesi degli acidi grassi: acetyl-CoA carbossilasi; trasporto degli acetili nel citosol; enzima malico; acido grasso sintasi; sintesi epatica di trigliceridi e loro trasporto mediante VLDL; formazione delle LDL e trasporto del colesterolo; acidi grassi essenziali.  
Biosintesi degli amminoacidi: aa essenziali e non-essenziali; famiglie biosintetiche degli aa; sintesi degli aa non essenziali; metabolismo delle unità monocarboniose: folati e SAM.  
Integrazione del metabolismo e principali inter-relazioni metaboliche tra organi: relazioni metaboliche tra fegato e muscolo scheletrico e cardiaco, relazioni metaboliche tra fegato e cervello; relazioni metaboliche del tessuto adiposo; metabolismo nello stato di buona nutrizione, nel digiuno breve e prolungato e nell'esercizio fisico. Ruolo di insulina, glucagone e adrenalina in queste relazioni.

## Testi di riferimento

Berg, Tymoczko, Stryer: Biochimica, VII edizione, Zanichelli editore [Capitoli da 15 a 18; capitolo 20 solo via del pentoso fosfato, capitoli da 21 a 23, capitolo 24 solo la sintesi degli amminoacidi non essenziali e il metabolismo delle unità monocarboniose (folati e ciclo dei metili), capitolo 27 sull'integrazione del metabolismo].

Nelson e Cox: I principi di biochimica di Lehninger, VI edizione, Zanichelli editore [Capitoli da 13 a 19 (esclusa la fotosintesi nel capitolo 19); capitolo 21, paragrafi 21.1 e 21.2, capitolo 22, paragrafo 22.2 per la biosintesi degli amminoacidi non essenziali, capitolo 23 solo paragrafi 23.2 su metabolismi tessuto-specifici e 23.3 su insulina, glucagone e adrenalina].

Altri testi di riferimento utilizzabili:

Siliprandi e Tettamanti: Biochimica Medica, IV edizione, Piccin editore.

Devlin: Biochimica con aspetti clinici, VII edizione, Edises editore.

## Obiettivi formativi

Obiettivi del corso sono la comprensione:

- dei meccanismi biochimici di alcuni dei processi fondamentali per la vita quali il metabolismo intermedio. In particolare, come avvengono le trasformazioni chimiche che permettono agli organismi viventi di ottenere energia attraverso l'ossidazione di molecole organiche assunte con la dieta e di trasformare queste molecole nei propri costituenti.
- delle relazioni e integrazioni presenti tra le diverse vie metaboliche e tra i diversi tessuti/organi per prevedere il tipo di vie che funzionano nelle diverse situazioni nelle quali un organismo animale può venire a trovarsi (ad es., stato di buona nutrizione, di digiuno breve o prolungato, esercizio fisico moderato o intenso).

## Prerequisiti

Per accedere all'esame, lo studente deve aver frequentato le lezioni e, preferibilmente, superato l'esame degli insegnamenti di "Chimica generale e inorganica" e di "Chimica organica".

## Metodi didattici

Le lezioni si svolgono utilizzando presentazioni PowerPoint e, ove necessario, con l'aiuto della lavagna.

Copie delle presentazioni Powerpoint sono fornite agli studenti al termine di ciascuna lezione e inserite in Moodle.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame di Biochimica consiste in una prova scritta con quattro domande a risposta aperta da svolgere in due ore. Le domande hanno un uguale peso e riguardano il programma svolto a lezione e sopra riportato.

Alla fine del corso viene dedicata almeno una lezione allo svolgimento in classe di domande prese da compiti precedenti e viene spiegata agli studenti la modalità d'esame e la necessità di analizzare correttamente il testo delle domande affinché le risposte possano essere puntuali. Viene inoltre distribuito il testo di almeno 4 compiti precedenti affinché gli studenti abbiano a disposizione una casistica di esercizi che virtualmente copre l'intero programma. Infine, il docente è disponibile, su richiesta, a un'ulteriore lezione per svolgere problemi di compiti precedenti.

## Programma esteso

Introduzione al corso: scopi della biochimica; riconoscimento biologico e legami deboli.

Concetti generali sul metabolismo: energia libera; estrazione di energia dai nutrienti; ATP e reazioni accoppiate; disegno generale del metabolismo.

Catabolismo dei glucidi: glicolisi e sue reazioni; nicotinamide e pellagra; esochinasi e glucochinasi; fermentazione lattica e alcolica; regolazione allosterica e covalente della glicolisi; effetto di insulina, glucagone e adrenalina; trasportatori GLUT.

Piruvato deidrogenasi: struttura, coenzimi (TPP, FAD lipoamide, CoA) e meccanismo; ciclo di Krebs: reazioni, bilancio energetico e regolazione; ruoli biosintetici del ciclo e reazioni anaplerotiche.

Fosforilazione ossidativa: struttura e funzionamento dei complessi della catena respiratoria; centri Fe-S, coenzima Q, citocromi e altri accettori-donatori di elettroni; gradiente protonico; struttura e meccanismo dell'ATP sintasi; sistemi navetta; resa in ATP dall'ossidazione del glucosio; controllo respiratorio; inibitori della respirazione e disaccoppianti; trasportatori della membrana mitocondriale interna.

Degradazione degli acidi grassi: digestione dei trigliceridi: sali biliari e lipasi pancreatiche; lipoproteine; lipoproteina lipasi; tessuto adiposo e lipasi ormono-sensibili; ruolo di glucagone, adrenalina e insulina nella lipolisi e lipogenesi;  $\beta$ -ossidazione; metabolismo del propionil-CoA e vitamina B12; anemia perniciososa; tessuto adiposo bruno e termogenesi.

Degradazione degli amminoacidi (aa): digestione proteine e assorbimento amminoacidi; gastrina, secretina e colecistochinina; attivazione zimogeni digestivi; catabolismo degli aa: transaminazioni e piridossal fosfato; ciclo dell'urea; destino degli scheletri carboniosi degli aa; aa glucogenici e chetogenici.

Via del pentoso fosfato: ruoli della via; fasi ossidativa e non ossidativa; attività in funzione delle richieste di NADPH, ribosio 5-P ed energia; regolazione; specie reattive dell'ossigeno (ROS), reazioni di Haber-Weiss e Fenton; perossidazione lipidica; detossificazione di radicali e perossidi: superossido dismutasi, catalasi; ciclo del glutatione e suo ruolo; vitamine C ed E; deficit eritrocitario di glucosio-6-P deidrogenasi.

Gluconeogenesi: reazioni, enzimi, bilancio energetico e regolazione; piruvato carbossilasi e biotina; glucosio-6-fosfatasi epatica, ciclo di Cori; metabolismo nel digiuno prolungato e corpi chetonici.

Metabolismo del glicogeno: glicogenolisi e glicogenosintesi; regolazione allosterica e ormonale di sintesi e degradazione del glicogeno; ruolo del glicogeno nel fegato e nel muscolo.

Biosintesi degli acidi grassi: Acetil-CoA carbossilasi; trasporto degli acetili nel citosol; enzima malico; acido grasso sintasi; sintesi epatica di trigliceridi e loro trasporto via VLDL; formazione LDL e trasporto del colesterolo; acidi grassi essenziali.

Biosintesi degli amminoacidi (aa): aa essenziali e non-essenziali; famiglie biosintetiche degli aa; sintesi degli aa non essenziali; metabolismo delle unità monocarboniose: folati e SAM.

Integrazione del metabolismo e principali inter-relazioni metaboliche tra organi: relazioni metaboliche tra fegato e muscolo scheletrico e cardiaco e tra fegato e cervello; relazioni metaboliche del tessuto adiposo; metabolismo nello stato di buona nutrizione, nel digiuno breve e prolungato e in corso di esercizio fisico. Ruolo di insulina, glucagone e adrenalina in queste relazioni.



## Testi in inglese

Italian

Introduction to the course: objectives of biochemistry; biological recognition and weak bonds.

General concepts on metabolism: free energy; energy from nutrients; ATP and coupled reactions; general outline of metabolism.

Catabolism of carbohydrates: digestion of carbohydrates; glycolysis;

nicotinamide and pellagra; hexokinase and glucokinase; metabolism of fructose and galactose; lactic and alcoholic fermentation; allosteric and covalent regulation of glycolysis; effect of insulin, glucagon and epinephrine; GLUT transporters.

Pyruvate dehydrogenase: structure, coenzymes (TPP; FAD; lipoamide and CoA) and mechanism; Krebs cycle: reactions, energy balance and regulation; biosynthetic roles of the cycle and anaplerotic reactions. Oxidative phosphorylation: structure and mechanism of action of the respiratory chain complexes; Fe-S centres; coenzyme Q, cytochromes and other acceptors-donors of electrons; proton gradient; structure and mechanism of ATP synthase; shuttle systems; ATP yield of the complete oxidation of glucose; respiratory control; inhibitors of respiration and uncouplers; inner membrane transporters.

Catabolism of fatty acids: digestion of triglycerides: bile salts and pancreatic lipases; lipoproteins; lipoprotein lipase; adipose tissue and hormone-sensitive lipase; role of glucagon, epinephrine and insulin in lipolysis and lipogenesis;  $\beta$ -oxidation; metabolism of propionyl-CoA and vitamin B12; pernicious anemia; brown adipose tissue and thermogenesis.

Catabolism of amino acids: digestion of proteins and adsorption of amino acids; gastrin, secretin and cholecystokinin; activation of the pancreatic zymogens; catabolism of amino acids: transamination and pyridoxal phosphate; urea cycle; fate of the carbon skeleton of amino acids: glycogenic and ketogenic amino acids.

Pentose phosphate pathway: roles of the pathway; oxidative and non-oxidative phases; activity as a function of NADPH, ribose-5-phosphate and energy requirements; regulation of the pathway; oxygen reactive species (ROS); Haber-Weiss and Fenton reactions; lipid peroxidation; detoxification of free radicals and peroxides; superoxide dismutase, catalase; glutathione cycle and its role; vitamins C and E as antioxidants, red blood cell deficiency of glucose-6-phosphate dehydrogenase.

Gluconeogenesis: reactions, enzymes, energy balance and regulation; pyruvate carboxylase and biotin; liver glucose-6-phosphatase; Cori cycle; metabolism during prolonged starvation: ketone bodies.

Glycogen metabolism: glycogenolysis and glycogen synthesis; allosteric and hormonal regulation of glycogen metabolism; role of glycogen in the liver and in the muscle.

Biosynthesis of fatty acids: acetyl-CoA carboxylase; transport of acetyl groups in the cytosol; malic enzyme; fatty acid synthase; hepatic synthesis of triglycerides and their transport via VLDL; LDL and cholesterol transport; essential fatty acids.

Biosynthesis of non essential amino acids: essential and non-essential amino acids; biosynthetic families of amino acids; synthesis of non-essential amino acids; metabolism of one-carbon units: folates, vitamin B12 and SAM.

Integration of metabolism and main metabolic interrelationships among organs: metabolic interrelationships between liver and muscles and between liver and brain; metabolic interrelationships of adipose tissue; metabolism in the fed state and during short or prolonged fasting, metabolism during exercise. Role of insulin, glucagon and epinephrine in these metabolic interrelationships.

Berg, Tymoczko, Stryer: Biochemistry, VII edition, W.H. Freeman [Chapters from 15 to 18; chapter 20 for the pentose phosphate pathway, chapters from 21 to 23, chapter 24 for the synthesis of non essential amino acids and for the metabolism of one-carbon units (folates and methyl cycle), chapter 27 on the integration of metabolism].

Nelson & Cox: Lehninger Principles of Biochemistry, VI edition, W.H. Freeman [Chapters from 13 to 19 (except photosynthesis in chapter 19); chapter 21, paragraphs 21.1 and 21.2, chapter 22, paragraph 22.2 for the biosynthesis of non essential amino acids, chapter 23, paragraph 23.2 on tissue-specific metabolisms and 23.3 on insulin, glucagon and epinephrine].

Other useful textbooks:

Siliprandi e Tettamanti: Biochimica Medica, IV edizione, Piccin editore (in italian).

Devlin: Textbook of biochemistry with clinical correlations, 7th edition,

Wiley.

Aim of the course is the comprehension of:  
i) the biochemical mechanisms of some of the fundamental processes of life, specifically those concerned with intermediate metabolism. In particular, the chemical transformations that allow living organisms to obtain energy by oxidizing organic molecules obtained from the environment and to transform them in their own constituents;  
ii) the relationships and the integration of the different metabolic pathways and among the various tissues/organs in multicellular organisms in order to predict the pathways that are working under different metabolic conditions that an organism can experience (e.g., in the fed state, during short or prolonged fasting, during moderate or intense physical exercise).

The student needs to have followed the lectures in, and preferably have passed the examinations in, "General and inorganic chemistry" and in "Organic chemistry".

Lessons are delivered using PowerPoint slides and, when necessary, with the aid of a blackboard.  
Copies of the PowerPoint slides are given to the students at the end of each lesson.

The exam is a written test consisting of four essay-type questions or exercises. The duration of the test is 2 hours. The questions concern the program carried out during the lesson period and each question has the same weight.  
At least a lesson at the end of the course is dedicated to solving exercises taken from previous tests. The students are thought to analyse carefully the text of the questions in order to properly answer. In addition, the text of at least four past examinations is provided to the students for self-training and for self-assessment. The lecturer is available for a further lesson dedicated to solve these problems, if required.

Introduction to the course: objectives of biochemistry; biological recognition and weak bonds.  
General concepts on metabolism: free energy; energy from nutrients; ATP and coupled reactions; general outline of metabolism.  
Catabolism of carbohydrates: digestion of carbohydrates; glycolysis; nicotinamide and pellagra; hexokinase and glucokinase; metabolism of fructose and galactose; lactic and alcoholic fermentation; allosteric and covalent regulation of glycolysis; effect of insulin, glucagon and epinephrine; GLUT transporters.  
Pyruvate dehydrogenase: structure, coenzymes (TPP, FAD, lipoamide, CoA) and mechanism; Krebs cycle: reactions, energy balance and regulation; biosynthetic roles of the cycle and anaplerotic reactions.  
Oxidative phosphorylation: structure and mechanism of action of the respiratory chain complexes; Fe-S centres; coenzyme Q, cytochromes and other acceptors-donors of electrons; proton gradient; structure and mechanism of ATP synthase; shuttle systems; ATP yield of the complete oxidation of glucose; respiratory control; inhibitors of respiration and uncouplers; inner membrane transporters.  
Catabolism of fatty acids: digestion of triglycerides: bile salts and pancreatic lipases; lipoproteins; lipoprotein lipase; adipose tissue and hormone-sensitive lipase; role of glucagon, epinephrine and insulin in lipolysis and lipogenesis;  $\beta$ -oxidation; metabolism of propionyl-CoA and vitamin B12; pernicious anemia; brown adipose tissue and thermogenesis.  
Catabolism of amino acids: digestion of proteins and adsorption of amino acids; gastrin, secretin and cholecystokinin; activation of the pancreatic zymogens; catabolism of amino acids: transamination and pyridoxal phosphate; urea cycle; fate of the carbon skeleton of amino acids: glycogenic and chetogenic amino acids.  
Pentose phosphate pathway: roles of the pathway; oxidative and non-oxidative phases; activity as a function of NADPH, ribose-5-phosphate and energy requirements; regulation of the pathway; oxygen reactive

species (ROS); Haber-Weiss and Fenton reactions; lipid peroxidation; detoxification of free radicals and peroxides; superoxide dismutase, catalase; glutathione cycle and its role; vitamins C and E as antioxidants, red blood cell deficiency of glucose-6-phosphate dehydrogenase.

Gluconeogenesis: reactions, enzymes, energy balance and regulation; pyruvate carboxylase and biotin; liver glucose-6-phosphatase; Cori cycle; metabolism during prolonged starvation: ketone bodies.

Glycogen metabolism: glycogenolysis and glycogen synthesis; allosteric and hormonal regulation of glycogen metabolism; role of glycogen in the liver and in the muscle.

Biosynthesis of fatty acids: acetyl-CoA carboxylase; transport of acetyl groups in the cytosol; malic enzyme; fatty acid synthase; hepatic synthesis of triglycerides and their transport via VLDL; LDL and cholesterol transport; essential fatty acids.

Biosynthesis of non essential amino acids: essential and non-essential amino acids; biosynthetic families of amino acids; synthesis of non-essential amino acids; metabolism of one-carbon units: folates, vitamin B12 and SAM.

Integration of metabolism and main metabolic interrelationships among organs: metabolic interrelationships between liver and muscles and between liver and brain; metabolic interrelationships of adipose tissue; metabolism in the fed state and during a short or prolonged fasting, metabolism during exercise. Role of insulin, glucagon and epinephrine in these metabolic interrelationships.